

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ОСВОЕНИЕ КОСМОСА

А. Л. Зайцев, ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН, alzaitsev@gmail.com

Наряду с традиционными методами, основанными на запусках ракет, выводящих в космос пилотируемые или автоматические аппараты, его освоение возможно также с помощью мощных потоков электромагнитного излучения. Во втором случае открываются перспективы освоения далеких миров за пределами Солнечной системы, и обеспечивается максимально быстрая диагностика околоземного космического пространства, что особенно важно для оперативного выявления среди открываемых астероидов и комет потенциально опасных.

На заре космической эры, когда казалось, – еще немного, и «...на Марсе будут яблони цвести...», не было недостатка во всякого рода прогнозах относительно темпов освоения космоса. Сейчас эти прогнозы выглядят наивными, а тогда воспринимались вполне серьезно. Упомянем лишь некоторые из них, [1]:

- В 1974 г. известный специалист NASA К. Эрике полагал, что после 1985 г. будет введена в строй орбитальная станция на 25-100 человек;
- В начале 70-х годов в качестве проектов ближайшего будущего рассматривалось строительство 90-метрового орбитального радиотелескопа мм-диапазона;
- Прогноз 1975 года: к 2000 году будет введена в строй солнечная электростанция на геостационарной орбите со сроком эксплуатации 30 лет, с площадью солнечных батарей 45 км² и мощностью 5 млн. кВт;
- Аналогичные прогнозы были связаны с полетом человека на Марс, ядерными ракетными двигателями и т. д.

Основная причина неуёмных космических амбиций и, как следствие, несбывшихся прогнозов – наивная вера в «безграничные возможности Разума», которые, на самом деле, вовсе не безграничны из-за ограниченности материальных и экологических ресурсов Земли. Итоги полувекового освоения космоса, а именно, максимальная дальность от Земли (в световых единицах), подводятся в Таблице 1, где для сопоставления приведены также размеры Галактики и расстояние до туманности Андромеды.

Таблица 1. Итоги полувекового освоения космоса

Наименование	Дальность
Пилотируемые полёты (Россия)	1 св. мсек
Пилотируемые полёты (США)	1 св. сек
Межпланетные станции (Россия)	200 св. сек
Межпланетные станции (США)	15 св. час
Ближайшая звезда	4 св. года
Радиопослание «Cosmic Call»	10 св. лет
Радиопослание «Arecibo Message»	35 св. лет
Размеры Галактики	10 ⁵ св. лет
Ближайшая галактика	2×10 ⁶ св. лет

Обращает на себя внимание, во-первых, колоссальная разница между расстоянием до максимально удаленного космического аппарата и расстоянием до ближайшей звезды, которое, в свою очередь, совершенно ничтожно по сравнению с размерами нашей Галактики и тем более, с расстоянием до её ближайшей соседки – туманности Андромеды. А, во-вторых, тот факт, что единственными «рукотворными» зондами, способными при современном уровне технологии преодолеть межзвездные расстояния и «дотянуться до звёзд», являются радиопослания.

Следует отметить, что исторически электромагнитные волны традиционно опережали материальные космические зонды, что наглядно продемонстрировано в Таблице 2.

Таблица 2. Хронология «Электромагнитные волны – Космические зонды (КЗ)»

Объект	ЭМ-волны	КЗ
Луна	1947	1959
Венера	1961	1962
Астероид	1968	1992
Кольца Сатурна	1973	1977
Спутники Юпитера	1974	1974
Комета	1980	1986
Альфа Центавра	1978	???

Зондирующие радиолокационные сигналы впервые достигли Луны и после отражения от неё были успешно обнаружены в 1947 году, а первый космический зонд достиг Луны в 1959 году. Аналогичная ситуация имела место и для других небесных тел. Что касается ближайшей звезды, то расстояние до неё первое межзвёздное радиопослание (МРП) «Arecibo Message», отправленное в 1974 году к звёздному скоплению М13, преодолело бы в 1978 году. Относительно же того, когда обычный космический зонд сможет достичь ближайшей звезды и, главное, как его сделать, в настоящее время нет абсолютно никаких конкретных идей и наработок. Характеризуя потенциальные возможности межзвёздных радиопосланий, отметим, что в радиусе 10 световых лет от Земли, а именно столько лет прошло с момента передачи МРП «Cosmic Call», находится 10 звездных систем (или 15 звезд), а в радиусе 35 световых лет, отделяющих нас от момента старта МРП «Arecibo Message» – уже 350 звездных систем.

В настоящее время различают (в числе прочих) три основных направления электромагнитного освоения космоса:

- 1) Радиолокация малых тел Солнечной системы;
- 2) Синтез и передача межзвёздных радиопосланий;
- 3) Разработка систем электромагнитного освоения космоса.

Кратко остановимся на каждом из них. Вычленение из всей совокупности объектов Солнечной системы именно малых тел связано с тем, что большие планеты, количество которых невелико, гораздо успешнее осваиваются традиционными АМС (автоматическими межпланетными станциями). А ко всем малым телам, общее количество которых (речь идет об известных объектах) уже сейчас перевалило за 200 тысяч [2], АМС не отправишь. Кроме того, на разработку и создание АМС уходят многие годы, что исключает их оперативное использование в отношении новых астероидов и комет, могущих быть потенциально опасными. Именно поэтому радиолокация так эффективна применительно к постоянно увеличивающемуся множеству малых тел Солнечной системы. Здесь наиболее значительными отечественными достижениями являются:

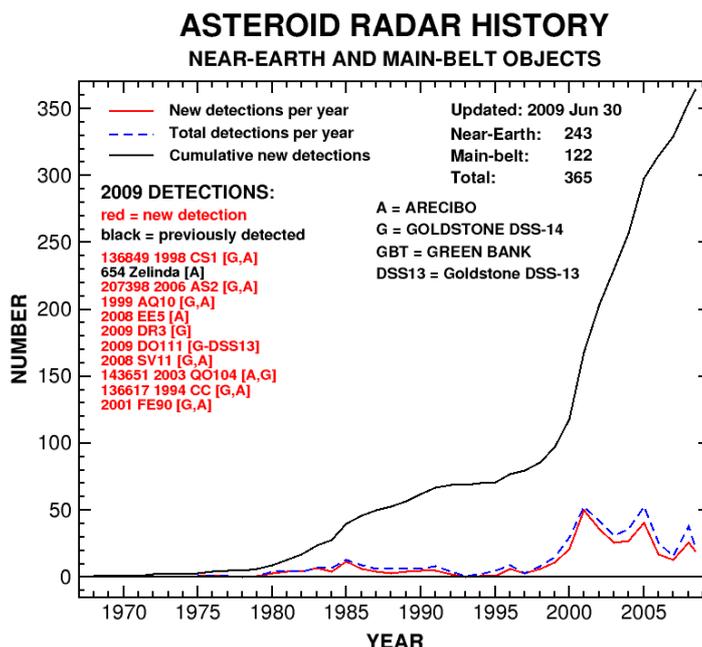
- 1) 1992 год – первая вне США радиолокация астероида (4179 Таутатис);
- 2) 1995 год – первая межконтинентальная радиолокация небесного тела (6189 Голевка);
- 3) 2001 год – первая двухчастотная радиолокация астероида (астероид 33342 (1998 WT24)).

Два из них фигурируют и в перечне NASA «Asteroid Radar Highlights», [3]:

- ✓ 1992 first international radar experiment: Evpatoria => Effelsberg (4179 Toutatis);
- ✓ 1995 first intercontinental radar observations: Goldstone => Evpatoria (6189 Golevka).

Дальнейший прогресс в радиолокации небесных тел связан с разработкой и созданием первого российского инструмента, поскольку радар в Евпатории, созданный в 1982 году, морально и физически устарел и нуждается в существенной модернизации. И, по понятным причинам, этот «зарубежный» радар практически невозможно модернизировать на средства Роскосмоса.

Отметим, что в США в настоящее время радиолокация астероидов и комет находится на подъёме, о чем красноречиво свидетельствует заимствованный из [4] график, приведенный на рисунке.



Следующее из перечисленных выше направлений – синтез и передача межзвездных радиопосланий (МРП). Реализуемость проектов МЕТИ (Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence = Передача посланий вземным цивилизациям) обусловлена двумя основными соображениями:

- открытием в 1995 году швейцарскими астрономами Майором и Квелоцем первой экзопланеты – планеты у другой, нежели Солнце, звезды, что позволило перевести МЕТИ в предметную плоскость, указав в качестве адресатов окрестные звёзды солнечного типа;
- наличием на Земле трёх радиолокационных телескопов, обеспечивающих передачу информации на межзвездные расстояния.

Так, радиолокационный телескоп в Аресибо, Пуэрто-Рико обеспечивает скорость 1000 бит/сек, планетный радиолокатор в Голдстоуне, Калифорния – 550 бит/сек, а планетный радиолокатор под Евпаторией, Крым – 60 бит/сек (для С/Ш ~30 при дальности 70 св. лет и антенне «ТАМ», на приёмной стороне, с добротностью 100.000 м²/К).

Как известно, к настоящему времени синтезировано и отправлено всего пять МРП. Их некоторые параметры содержатся в Таблице 3. В нижней строке – излученная энергия, в мегаджоулях, от величины которой, при прочих равных условиях, зависит дальность обнаружения наших посланий.

Таблица 2. Переданные межзвёздные радиопослания

Имя	Arecibo Message	Cosmic Call 1	Teen Age Message	Cosmic Call 2	A Message From Earth
Год	1974	1999	2001	2003	2008
Вид МРП	Первое (цифровое)	Первое многостраничное	Первое аналоговое и цифровое	Первое интернациональное	Первое коллективное
Радар	Аресибо	Евпатория	Евпатория	Евпатория	Евпатория
Сеансы	1	4	6	5	1
T, мин	3	960	366	900	270
E, МДж	83	8640	2200	8100	1620

Более полная информация о содержании и адресатах отправленных МРП систематизирована в категории «Interstellar Messages» Интернет-энциклопедии Wiki, [5]. Основой дальнейшей деятель-

ности в данном направлении является Меморандум конференции «Горизонты астрономии и SETI», один из пунктов которого гласит: «Поддержать проведение работ по программе METI (где Россия является лидером) как неотъемлемой части программы SETI. Активизировать международную деятельность по доказательству безопасности METI», [6].

Переходя к третьему направлению: «Разработка систем электромагнитного освоения Космоса», отметим, что всего было создано три отечественных радиосистемы и сейчас начата разработка четвертой. Некоторые из параметров этих радиосистем приведены в Таблице 4.

Таблица 4. Поколения отечественных систем радиолокационной астрономии

Пункт	Год	λ , см	Антенна	ЭП, дБ
Евпатория	1960	39	АДУ-1000	99,7
Евпатория	1978	39	П-2500	112,3
Евпатория	1982	6	П-2500	118,5
Уссурийск	~ 2012	4	П-2500	128,9

Антенна АДУ-1000 представляет собой решетку из восьми 16-метровых параболоидов, П-2500 – параболоид диаметром 70 м. Энергетический потенциал ЭП (правая колонка Таблицы 3) определялся как произведение средней мощности передатчика и эффективных площадей передающей и приёмной антенн, деленное на суммарную шумовую температуру приёмной системы и длину волны в степени 1,5. В основу проектируемого Уссурийского радара положены Технические предложения, изложенные в [7]. Представляется важным отметить следующее обстоятельство – если три предыдущих отечественных радара имели лишь один штатный режим работы: «Радиолокация планет», то в проекте Уссурийского радара планируется предусмотреть 4 штатных режима:

- Радиолокация планет;
- Радиолокация околоземных астероидов и планет;
- Радиолокация космического мусора;
- Передача межзвёздных радиопосланий.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Панов. Наука, эволюция, ресурсы. <http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/Panov-Science-2009.pdf>
2. IAU Minor Planet Center, <http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html>
3. «Asteroid Radar Highlights», http://echo.jpl.nasa.gov/asteroids/asteroid_radar_highlights.txt
4. «Asteroid Radar History», http://echo.jpl.nasa.gov/~lance/radar_detected_neas_summary/asteroid_radar_history.tiff
5. Категория «Interstellar Messages», http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Interstellar_messages
6. Меморандум конференции «Горизонты астрономии и SETI», <http://w0.sao.ru/hq/sikom/seti>
7. О. Н. Ржига и А. Л. Зайцев. Уссурийский планетно-астероидный радиолокатор. Технические предложения. РНИИ КП, 2007. См. также: Глава 6 в монографии «Радиотехнические комплексы для управления дальними космическими аппаратами и для научных исследований», Москва, Физматлит, 2007.